

## ГИБРИДНЫЙ ГЕНЕТИЧЕСКИЙ АЛГОРИТМ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ ПЛАНИРОВАНИЯ ПРОЕКТОВ В СТОХАСТИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОЙ СРЕДЕ

Автор: Баталенков С.С. (Университет ИТМО, г. Санкт-Петербург)

Научный руководитель: аспирант, Филатова А.А. (Университет ИТМО, г. Санкт-Петербург)

**Ключевые слова:** rcpssp; стохастическое окружение; проблема планирования проектов с ограниченными ресурсами; гибриды; генетический алгоритм

В промышленности и бизнесе часто возникает необходимость создания производственных циклов, строительства или логистики. Это крупные проекты, которые можно легко разбить на ряд подзадач, связанных отношением "А должно быть завершено, чтобы начать Б". Координация выполнения крупных проектов заключается в определении сроков выполнения всех задач проекта, их последовательности, а также в распределении материальных и человеческих ресурсов между ними. Этот процесс называется планированием.

К ключевым факторам, которые чаще всего остаются за рамками решений данной задачи, относятся:

- разнообразие ресурсов и сложные требования к ресурсам для достижения производственных целей;
- разделение ресурсов на возобновляемые и невозобновляемые;
- наличие нескольких команд работников, которые конкурируют между собой за выполнение заданий;
- комплексная стохастичность в производительности ресурсов, зависящая также от времени и условий окружающей среды;
- стохастичность графа работ, отражающая непредвиденные обстоятельства в работе, производительность работников;
- учет геометрии окружающей среды при строительстве капитальных объектов и доставке ресурсов.

Это NP-трудная задача [1]. За более чем 40 лет своего существования RCPSP получила множество решений. В целом их можно разделить на метаэвристические и гибридные методы. Метаэвристические подходы основаны на эвристических предположениях (например, вручную подобранных правилах), в то время как гибридные подходы действуют путем последовательного и/или параллельного применения других алгоритмов [2].

Популяционные (эволюционные) методы основаны на аналогии с природными системами. Среди них есть и генетический алгоритм, основанный на процессах, происходящих на генетическом уровне живых организмов. Он занимает первое место в топе большинства исследований по теме RCPSP. Более того, он реализован во многих исследованиях, посвященных применению геометрии окружающей среды. Подводя итог, можно сказать, что это перспективный метод, который может учитывать множество ограничений и легко адаптируется к различным метрикам. Кроме того, генетический алгоритм может относительно просто выполняться параллельно, что дает дополнительные возможности в применении к промышленным задачам.

В данном исследовании выбран генетический алгоритм и TABU в качестве основы для гибрида, потому что он имеет наиболее гибкую структуру для RCPSP. Идея мутации и

кресинговера может быть легко применена к этой задаче, что подтверждается масштабными исследованиями генетических модификаций в решении RCPSP. В качестве метода гибридизации выбран циклический. Это наиболее простой и мощный метод, позволяющий объединить два алгоритма и использовать их для улучшения результатов друг друга.

Разработанный метод обладает следующими характеристиками, которые позволяют говорить о его научной новизне и практической ценности:

- он учитывает описанные выше ограничения;
- он универсален и может быть применен для решения широкого круга задач оптимизации планирования производственных процессов;
- по сравнению с алгоритмом фиксированного расписания, переход к другому алгоритму в циклическом гибридном методе оптимизации может помочь выйти из локального минимума фитнес-функции.

В результате данной работы было подготовлено описание архитектуры системы, обоснование выбора концепций и алгоритмов. В рамках работы также произведено обсуждение перспектив развития данной концепции и разработана система, реализующая некоторые из них.

#### **Источники:**

1. Blazewicz J. Lenstra J.K., Kan A.R. Scheduling subject to resource constraints: classification and complexity / Kan A.R. Blazewicz J., Lenstra J.K. // *Discret. Appl. Math.* — 1983. — Vol. 5, no. 1. — Pp. 11–24.
2. Pellerin R. Perrier N., Berthaut F. A survey of hybrid meta heuristics for the resource constrained project scheduling problem / Berthaut F. Pellerin R., Perrier N. // *European Journal of Operational Research.* — 2019. — Vol. 280, no. 2. — Pp. 5–7

Баталенков С.С. (Автор)

Филатова А.А. (Научный Руководитель)